

Beate Klimaschewski
Christiane Evers
Dietmar Brandes

**Untersuchungen zur Einwanderung von *Festuco-Brometea*-
und *Koelerio-Corynepheretea*-Arten in Brachflächen**

URL: <http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00020668>

Zuerst erschienen in:

Arbeiten aus dem Institut für Landschaftsökologie 15, [2006], S. 97-111

HINWEIS:

Dieser elektronische Text wird hier nicht in der offiziellen Form wiedergegeben, in der er in der Originalversion erschienen ist. Es gibt keine inhaltlichen Unterschiede zwischen den beiden Erscheinungsformen des Aufsatzes, es können wohl aber Unterschiede in den Zeilen- und Seitenumbrüchen vorkommen.

Untersuchungen zur Einwanderung von *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Corynephoretea*-Arten in Brachflächen

Beate Klimaschewski ¹, Christiane Evers ² & Dietmar Brandes ³

Abstract *Investigations about migration of Festuco-Brometea and Koelerio-Corynephoretea species into fallow land.* As a consequence of the structural changes in agriculture many fields were let rest in the past years and decades. This is a particular phenomenon in the New Laender. The present paper deals with fallow land on the »Kleiner Fallstein« in the northern foreland of the Harz (Saxony-Anhalt). The species migration patterns after five years rest is shown here by means of species lists, linear transects and a grid map. The question was which species are able to migrate into fallow land during five years and how far is the distance. The fallow land was chosen after the following criteria: areas directly above calcareous grassland, directly below calcareous grassland, and areas separated from calcareous grassland by broad shrubbery.

Most prominent were *Festuco-Brometea* and *Koelerio-Corynephoretea* (*Sedo-Scleranthetea*) species as well as biennial species such as *Echium vulgare* and *Cynoglossum officinale*. Species with a high potential of dissemination such as *Festuca rupicola* migrated up to 204 meters, while *Alyssum alyssoides* and *Bromus erectus* were only found in the first 10 meters of the fallow land. 160 species were found in the fallow land but just one rare species (*Asperula cynanchica*). 21 *Festuco-Brometea* species und 15 *Koelerio-Corynephoretea* species migrated into fallow land. There is evidence that at least young fallow land may be a suitable habitat for these species. Many of the species are able to spread by stolones. The number of species migrated into the fallow land depends on the position of the fallow land relatively to the calcareous grassland. The highest number of *Festuco-Brometea* and *Koelerio-Corynephoretea* species migrated into fallow land below calcareous grassland, whereas less species migrated into fallow land above calcareous grassland. Broad shrubbery separating fallow land from calcareous grassland seems to delay the migration of *Festuco-Brometea* and *Koelerio-Corynephoretea* species into fallow land.

Keywords calcareous grassland, fallow land, foreland of the Harz, succession

^{1,2,3}Korrespondenzadresse: Dr. Christiane Evers, Prof. Dr. D. Brandes, Inst. für Pflanzenbiologie der Technischen Universität Braunschweig, Arbeitsgruppe für Vegetationsökologie und experimentelle Pflanzensoziologie, Mendelssohnstraße 4, 38106 Braunschweig, ²E-mail: c.evers@tu-bs.de, ³d.brandes@tu-bs.de

1. Einleitung

Als Folge des Strukturwandels in der Landwirtschaft sind in den letzten Jahren und Jahrzehnten besonders in den neuen Bundesländern viele landwirtschaftlich

genutzte Flächen stillgelegt worden (PÖTSCH 1994, MANTHEY 1998). In der Literatur gibt es zahlreiche Arbeiten, die die Veränderungen der Grünlandgesellschaften

durch das Brachfallen dokumentieren (MÜLLER et al. 1982, HEIL 1985, ROSENTHAL & MÜLLER 1988, BORSCH 1990, HÄNEL & HACHMÖLLER 2003, SIEG et al. 2003, MAYER & GRABNER 2004). Weitere Arbeiten beschäftigen sich mit der Auswirkung der Brachen auf angrenzende, noch bewirtschaftete Flächen (z. B. OESAU 1992) beziehungsweise mit der Auswirkung auf die Segetalvegetation (GÜNTHER & VAN ELSEN 1993, SCHMIDT et al. 1995, HILBIG 1997) oder untersuchen Ökologie und Soziologie von Ackerbrachen (KRUMBIEGEL et al. 1995, MANTHEY 1998). Kalkhalbtrockenrasen (z. B. GLANZERT et al. 1982, HAKES 1987, SPRANGER & TÜRK 1993, PARTZSCH 2000) sind durch fehlende oder veränderte Nutzung ebenso betroffen wie einschürige Streuwiesen (ZACHARIAS et al. 1988, BUCHWALD 1996). Durch die Stilllegung von Ackerflächen, die an Halbtrockenrasen grenzen, ergeben sich aber auch neue interessante Untersuchungsobjekte, an denen die Einwanderung von Arten in die Brachen studiert werden kann. Dass Magerrasenarten in Brachen einwandern, wurde schon früh erkannt (z. B. KRAUSE 1940, ROTHMEIER 1976). In dieser Arbeit soll geklärt werden, ob junge Brachen als geeignete Standorte für *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Corynephoretea*-Arten dienen können, welche Arten in junge Brachen einwandern, welche Rolle dabei die relative Lage der angrenzenden Halbtrockenrasen zu den Brachen spielt und ob breite geschlossene Gebüschstreifen, die die Brachen von den Halbtrockenrasen abschirmen, einen Einfluss haben. Am Beispiel des »Kleinen Fallsteins« im nördlichen Harzvorland (Sachsen-Anhalt) wurde an fünf ausgewählten Brachen detailliert untersucht, welche Arten nach fünf Jahren mutmaßlich eingewandert und wie groß die überwundenen Entfernungen waren. Die Brachen wurden so ausgewählt, dass Flächen (1.) direkt oberhalb oder (2.) unterhalb von Halbtrockenrasen lagen bzw. (3.) durch einen breiten Gebüschstreifen von den Rasen getrennt waren.

2. Untersuchungsgebiet

Der Schmalsattel des »Kleinen Fallsteins« erstreckt sich in hercynischer Richtung von Hornburg in Niedersachsen bis Osterwieck in Sachsen-Anhalt über eine Länge von knapp 10 km und erreicht an der höchsten Stelle 175 m über NN. Er liegt im nördlichen Harzvorland in-

mitten einer stark genutzten Agrarlandschaft mit fruchtbaren Böden. Aus pflanzengeographischen Gründen ist das nördlich des Fallsteingebietes liegende »Große Bruch« von herausragender Bedeutung, da es Teil eines saaleeiszeitlichen Urstromtals ist und damit einen wichtigen Wanderweg für kontinentale Arten darstellt (DEPPE 1926, MÜLLER 1953, NIQUET 1957). Viele dieser Arten erreichten im Untersuchungsgebiet bzw. im angrenzenden südöstlichen Niedersachsen die Nordwestgrenze ihrer Verbreitung, z. B. *Adonis vernalis*, *Stipa capillata* und *Inula hirta* (KOHLEFÄRBER 1926, WALTER & STRAKA 1970). Das Landschaftsbild des »Kleinen Fallsteins« wird durch Halbtrockenrasen, die durch zahlreiche Trockentäler, aufgelassene Steinbrüche und Gebüsch begrenzt werden, durch kleine Kiefernforste, Ackerflächen und Brachen sowie im östlichen Teil Feldahorn-Eichen- und Eichen-Buchenwald geprägt. Der »Kleine Fallstein« wird aus Ablagerungen der Kreidezeit aufgebaut (LOOK 1985). Die Niederschläge betragen im Jahresmittel 550 mm (Klima-Atlas von Niedersachsen 1964). Die relativ hohe mittlere Jahresschwankung der Lufttemperatur von 17 °C weist auf die subkontinentale Klimatönung hin.

In unmittelbarer Umgebung der Trockenrasen liegen einige ehemalige Ackerbrachen, die vor ihrer endgültigen Stilllegung zunächst als sog. »Wechselgrünland« genutzt wurden. Die mit einer Grasmischung (Standardmischung *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, verschiedene Sorten) eingesäten Flächen wurden ein- bis zweischürig gemäht und im Abstand von fünf bis sechs Jahren umgebrochen und neu eingesät. Nach 1989 wurden diese Flächen aufgegeben und lediglich extensiv von Wanderschafherden genutzt.

3. Methode

Für die fünf untersuchten Brachen wurden Gesamtartenlisten erstellt, indem das Arteninventar der gesamten Fläche jeder Brache so vollständig wie möglich erfasst wurde. Zum Zeitpunkt der Untersuchung konnte von einer ungestörten Brachdauer von mindestens fünf Jahren ausgegangen werden. Es handelt sich um ehemalige Ackerflächen, die vor ihrer endgültigen Stilllegung als sog. »Wechselgrünland« genutzt wurden (vgl. Untersuchungsgebiet). Um die Einwanderung der *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Corynephoretea*-Arten in die

Brachen zu untersuchen, wurden Transekte angefertigt, die aus Linienaufnahmen von je 50 m Breite und 1 m Länge zusammengesetzt wurden und die immer am angrenzenden Halbtrockenrasen bzw. am Gebüschstreifen (B3) begonnen wurden. Alle untersuchten Linien lagen parallel zueinander und grenzten direkt aneinander. Die Länge der Linien wurde nach 10 m Entfernung vom Rasen bzw. Gebüsch auf 5 m erhöht, da hier das Auftreten von *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Corynephoretea*-Arten deutlich seltener wurde. Bei zwei Brachen (B1 und B2) wurden die Linienaufnahmen über die gesamte Brache bis zur nächsten angrenzenden Nutzung (Saum, Böschung) fortgesetzt. Bei den anderen untersuchten Brachen wurden die Linienaufnahmen nur für die ersten 10 m durchgeführt, da sich im Laufe der Untersuchungen herausstellte, dass in den ersten 10 m die meisten Halbtrockenrasen- und Magerrasen-Arten vorkamen. Darüber hinaus wurde die maximale Entfernung zum nächsten Halbtrockenrasen für die eingewanderten *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Corynephoretea*-Arten ermittelt. Die Länge der Brachen vom Halbtrockenrasen bis zur nächsten angrenzenden Nutzung beträgt zwischen 35 m und 204 m. Zwei Brachen (B1 und B2) liegen unterhalb von Halbtrockenrasen und sind durch aufgelockerte Gebüschgruppen (ca. 40 % Deckung) von maximal fünf Metern Breite vom Halbtrockenrasen getrennt. Brache B3, die mit 2,5 Hektar die größte der untersuchten Flächen ist, wird an zwei Seiten (West und Nord) durch breite geschlossene Gebüschstreifen von 15 bis 20 Metern und 80 bis 90 % Deckung von angrenzenden Halbtrockenrasen getrennt. Von beiden Gebüschstreifen aus wurden Transekte gelegt (B3a, B3b). Ergänzend wurden die Gebüschstreifen sowohl von der Seite der Halbtrockenrasen als auch von der Seite der Brache auf Vorkommen von *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Corynephoretea*-Arten untersucht. Die Brachen B4 und B5 liegen oberhalb von Halbtrockenrasen und weisen keine nennenswerten Gebüschstreifen auf. Aus Platzgründen werden hier die Ergebnisse der Transekte nur mit den *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Corynephoretea*-Arten in den Abbildungen 2 bis 4 dargestellt. Um exemplarisch zu zeigen, welche Magerrasen-Arten mit welcher Abundanz und Deckung in eine Brache einwandern, wurde für die ersten fünf Meter der Brache B3b, die an einen Halbtrockenrasen angrenzen, eine 1 × 5 m² große Rasterkarte

mit 0,1 × 0,1 m² großen Zellen erstellt (vgl. DIERSCHKE 1994). Die Nomenklatur der Arten richtet sich nach WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998). Die Zuordnung der Arten zu Lebensformen und Ausbreitungsmechanismen erfolgte nach ROTHMALER (2002), die syntaxonomische Einordnung der Arten nach OBERDORFER (2001).

4. Ergebnisse

In den fünf untersuchten Brachen wurden insgesamt 160 Arten gefunden, von denen 51 (32 %) hochfrequent auftraten. 31 Arten kamen in allen fünf Brachen vor, während sich 56 Arten (35 %) nur auf einer Brachfläche fanden. *Asperula cynanchica* ist die einzige seltenere Art, die auf den Brachen gefunden wurde. Der Artenbestand der einzelnen Brachen liegt zwischen 55 und 109 Arten, durchschnittlich 83 Arten, bei einer Flächengröße der Brachen zwischen 0,7 und 2,5 ha.

Tab. 1: Gesamtartenlisten der fünf untersuchten Brachen.
Table 1: Species lists of the five investigated areas of fallow land. – Z = resp. biennial or pluriannual hapaxanthes; in brackets: also therophyte (according to ROTHMALER 2002). Beneath are listed total area [hectares], total species number, number of *Festuco-Brometea* species and number of *Koelerio-Corynephoretea* species of adjacent calcareous grassland.

Bezeichnung der Brache	B1	B2	B3	B4	B5
Inklination [°] Exposition	5°S	5°S	0°	5°S	5°S
Artenzahl	92	98	109	55	65
Gesamtfläche der Brache [ha]	0,7	0,9	2,5	1,3	1,5

Stellarietea mediae-Arten

<i>Geranium pusillum</i>	×	×	×	×	×
<i>Anagallis arvensis</i>	×	×	×	×	·
<i>Euphorbia exigua</i>	×	×	×	·	×
<i>Geranium columbinum</i>	×	×	×	·	×
<i>Myosotis arvensis</i>	×	×	×	·	×
<i>Apera spica-venti</i>	×	×	×	·	×
<i>Viola arvensis</i>	×	×	×	·	·
<i>Aphanes arvensis</i>	×	·	×	·	·
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	×	×	·	·	·
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	×	×	·	·	·
<i>Papaver rhoeas</i>	×	×	·	·	·
<i>Sherardia arvensis</i>	×	×	·	·	·
<i>Thlaspi arvense</i>	×	·	×	·	·
<i>Veronica persica</i>	×	×	·	·	·
<i>Mercurialis annua</i>	·	×	×	·	·
<i>Fumaria vaillantii</i>	·	·	×	·	×
<i>Ajuga chamaepitys</i>	×	·	·	·	·

(Z)

Tab. 1: Fortsetzung – Table 1: continued

Bezeichnung der Brache	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅
<i>Sonchus arvensis</i>	×	·	·	·	·
<i>Anagallis foemina</i>	·	×	·	·	·
<i>Sinapis arvensis</i>	·	×	·	·	·
<i>Fallopia convolvulus</i>	·	·	×	·	·
<i>Kickxia elatine</i>	·	·	×	·	·
<i>Oxalis fontana</i>	·	·	×	·	·
<i>Scleranthus annuus</i>	·	·	×	·	·
<i>Sonchus asper</i>	·	·	×	·	·
<i>Vicia angustifolia</i>	·	·	×	·	·
<i>Viola tricolor</i>	·	·	·	×	·
<i>Vicia tetrasperma</i>	·	·	·	·	×
Festuco-Brometea-Arten					
<i>Brachypodium pinnatum</i>	×	×	×	×	×
<i>Euphorbia cyparissias</i>	×	×	×	×	×
<i>Thymus pulegioides</i>	×	×	×	×	×
<i>Festuca rupicola</i>	×	×	×	×	×
<i>Carlina vulgaris</i>	×	×	×	×	· Z
<i>Medicago lupulina</i>	×	×	×	×	·
<i>Sanguisorba minor</i>	×	×	×	·	×
<i>Bromus erectus</i>	×	×	×	·	·
<i>Potentilla tabernaemontani</i>	×	×	×	·	·
<i>Lotus corniculatus</i>	×	·	×	·	×
<i>Cirsium acaule</i>	×	×	·	·	·
<i>Achillea pannonica</i>	×	·	·	·	·
<i>Potentilla cf. incana</i>	·	x	·	·	·
<i>Briza media</i>	·	×	·	·	·
<i>Koeleria pyramidata</i>	·	×	·	·	·
<i>Centaurea scabiosa</i>	·	·	×	·	·
<i>Helictotrichon pratense</i>	·	·	×	·	·
<i>Pimpinella saxifraga</i>	·	·	·	×	·
<i>Asperula cynanchica</i>	·	·	·	·	×
<i>Erigeron acris</i>	·	·	·	·	×
<i>Linum catharticum</i>	·	·	·	·	×
Koelerio-Corynephoretea-Arten					
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	×	×	×	×	×
<i>Echium vulgare</i>	×	×	×	×	×
<i>Trifolium campestre</i>	×	×	×	×	×
<i>Veronica arvensis</i>	×	×	×	×	×
<i>Acinos arvensis</i>	×	×	×	·	· (Z)
<i>Cerastium glutinosum</i>	×	×	·	·	·
<i>Erodium cicutarium</i>	×	×	·	·	·
<i>Vulpia myuros</i>	·	×	×	·	·
<i>Alyssum alyssoides</i>	·	×	·	·	· (Z)
<i>Sedum acre</i>	·	×	·	·	·
<i>Myosotis ramosissima</i>	·	·	×	·	·
<i>Aira praecox</i>	·	·	×	·	·
<i>Potentilla argentea</i>	·	·	×	·	·
<i>Rumex acetosella</i>	·	·	×	·	·
<i>Taraxacum sect. Erythrosperma</i>	·	·	·	·	×
Trifolio-Geranietea-Arten					
<i>Agrimonia eupatoria</i>	×	×	×	×	×
<i>Clinopodium vulgare</i>	×	×	×	×	×
<i>Hypericum perforatum</i>	×	×	×	×	×
<i>Campanula rapunculoides</i>	×	×	×	×	·
<i>Inula conyzae</i>	·	×	×	×	×

Tab. 1: Fortsetzung – Table 1: continued

Bezeichnung der Brache	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅
<i>Bupleurum falcatum</i>	·	·	×	×	×
<i>Fragaria viridis</i>	·	·	×	×	×
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	·	·	×	×	·
<i>Viola hirta</i>	·	×	·	·	·
<i>Verbascum lychnitis</i>	·	·	×	·	· Z
Molinio-Arrhenatheretea-Arten					
<i>Arrhenatherum elatius</i>	×	×	×	×	×
<i>Cerastium holosteoides</i>	×	×	×	×	×
<i>Dactylis glomerata</i>	×	×	×	×	×
<i>Galium album</i>	×	×	×	×	×
<i>Potentilla reptans</i>	×	×	×	×	×
<i>Ranunculus repens</i>	×	×	×	×	×
<i>Veronica chamaedrys</i>	×	×	×	×	×
<i>Bellis perennis</i>	×	×	×	×	·
<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i>	×	×	×	×	·
<i>Trifolium repens</i>	×	×	×	×	·
<i>Festuca pratensis</i>	×	×	×	·	·
<i>Lolium perenne</i>	×	×	×	·	·
<i>Prunella vulgaris</i>	·	×	×	·	×
<i>Trisetum flavescens</i>	·	×	×	·	×
<i>Festuca rubra</i> agg.	·	·	×	×	×
<i>Rumex crispus</i>	×	×	·	·	·
<i>Holcus lanatus</i>	×	·	×	·	·
<i>Phleum pratense</i>	·	×	×	·	·
<i>Plantago lanceolata</i>	×	·	·	·	·
<i>Symphytum officinale</i>	×	·	·	·	·
<i>Rumex cf. obtusifolius</i>	·	×	·	·	·
<i>Anthriscus sylvestris</i>	·	·	×	·	·
<i>Senecio jacobaea</i>	·	·	×	·	·
Agropyretalia-Arten					
<i>Convolvulus arvensis</i>	×	×	×	×	×
<i>Poa angustifolia</i>	×	×	×	×	×
<i>Elymus repens</i>	×	·	×	·	×
<i>Cerastium arvense</i>	×	·	·	×	×
<i>Cichorium intybus</i>	×	·	·	·	·
<i>Falcaria vulgaris</i>	×	·	·	·	·
<i>Poa compressa</i>	·	·	·	·	×
Gehölze					
<i>Rosa rubiginosa</i> agg. juv.	×	×	×	×	×
<i>Crataegus monogyna</i> juv.	×	×	×	×	·
<i>Rosa canina</i> juv.	·	×	×	×	×
<i>Rubus caesius</i>	×	×	·	·	·
<i>Cornus sanguinea</i> juv.	·	×	×	·	·
<i>Prunus avium</i> juv.	·	×	×	·	·
<i>Sambucus nigra</i> juv.	·	×	×	·	·
<i>Rosa micrantha</i>	·	·	×	·	×
<i>Rosa canina</i>	×	·	·	·	·
<i>Betula pendula</i> juv.	·	×	·	·	·
<i>Crataegus laevigata</i> juv.	·	×	·	·	·
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	·	·	·	·	×
Sonstige					
<i>Agrostis stolonifera</i> agg.	×	×	×	×	×
<i>Carduus acanthoides</i>	×	×	×	×	×
<i>Cirsium arvense</i>	×	×	×	×	×

Tab. 1: Fortsetzung – Table 1: continued

Bezeichnung der Brache	B1	B2	B3	B4	B5	
<i>Cirsium vulgare</i>	×	×	×	×	×	Z
<i>Crepis capillaris</i>	×	×	×	×	×	
<i>Cynoglossum officinale</i>	×	×	×	×	×	Z
<i>Geum urbanum</i>	×	×	×	×	×	
<i>Polygonum aviculare</i>	×	×	×	×	×	
<i>Bromus hordeaceus</i>	×	×	×	×	×	
<i>Bromus sterilis</i>	×	×	×	·	×	
<i>Glechoma hederacea</i>	×	×	×	·	×	
<i>Urtica dioica</i>	×	×	×	·	×	
<i>Hieracium pilosella</i>	×	×	×	·	×	
<i>Verbena officinalis</i>	×	×	·	×	×	
<i>Torilis japonica</i>	×	·	×	×	×	
<i>Conyza canadensis</i>	×	×	×	×	·	
<i>Galium aparine</i>	×	×	×	·	·	
<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i>	×	×	×	·	·	
<i>Lactuca serriola</i>	×	×	·	·	×	
<i>Reseda lutea</i>	×	·	×	×	·	
<i>Pastinaca sativa</i>	×	·	·	×	×	Z
<i>Fragaria vesca</i>	·	×	×	×	×	
<i>Malva neglecta</i>	·	×	·	·	·	
<i>Reseda luteola</i>	×	×	·	·	·	(Z)
<i>Agrostis capillaris</i>	·	×	×	·	·	
<i>Deschampsia cespitosa</i>	·	×	×	·	·	
<i>Viola</i> spec.	·	×	×	·	·	
<i>Dipsacus fullonum</i>	·	×	·	×	·	Z
<i>Plantago major</i>	×	×	·	·	·	
<i>Daucus carota</i>	·	·	×	·	×	Z
<i>Bunias orientalis</i>	·	·	·	×	×	
<i>Arctium</i> spec.	×	·	·	·	·	Z
<i>Onopordum acanthium</i>	×	·	·	·	·	Z
<i>Triticum aestivum</i>	×	·	·	·	·	
<i>Chaenorhinum minus</i>	·	×	·	·	·	
<i>Calamagrostis epigejos</i>	·	·	×	·	·	
<i>Centaureum erythraea</i>	·	·	×	·	·	(Z)
<i>Chaerophyllum temulum</i>	·	·	×	·	·	(Z)
<i>Epilobium</i> cf. <i>tiliatum</i>	·	·	×	·	·	
<i>Holcus mollis</i>	·	·	×	·	·	
<i>Linaria vulgaris</i>	·	·	×	·	·	
<i>Poa annua</i>	·	·	×	·	·	
<i>Verbascum thapsus</i>	·	·	×	·	·	Z
<i>Carex muricata</i> agg.	·	·	·	×	·	
Angrenzende Halbtrockenrasen (Htr.)						
Gesamtfläche der Htr. [ha]	0,5	1,22		0,9	2,6	
Gesamtartenzahl der Htr.	75	92		79	89	
<i>Festuco-Brometea</i> -Arten in Htr.	28	32		24	31	
<i>Koelerio-Coryneporetea</i> -Arten in Htr.	12	15		8	13	

Tabelle 1 gibt die Gesamtartenliste der untersuchten Brachen wieder und zeigt die Verteilung der Arten auf die wichtigsten pflanzensoziologischen Gruppen. Die Arten der *Festuco-Brometea* bilden die drittgrößte Gruppe mit 21 Arten. Von den *Festuco-Brometea*-Arten konnten *Brachypodium pinnatum*, *Euphorbia cypa-*

rissias, *Thymus pulegioides* und *Festuca rupicola* in allen 5 Brachen gefunden werden, während *Asperula cynanchica* nur in Brache B5 vorkommt. Unter den in die Brachen eingewanderten Arten finden sich 15 *Koelerio-Coryneporetea*-Arten. Aus der Vorgeschichte als landwirtschaftlich genutzte Fläche (vgl. Untersuchungsgebiet) erklärt sich die große Zahl der *Stellarietea mediae*- und *Molinio-Arrhenatheretea*-Arten. Es sind viele zweijährige Arten vertreten (vgl. Tab. 1). Auf allen untersuchten Flächen fanden sich *Echium vulgare*, *Carduus acanthoides*, *Cirsium vulgare* und *Cynoglossum officinale*. Der größte Anteil aller auf den Brachen notierten Arten wird durch die Hemikryptophyten gestellt (Abb. 1). Die Therophyten sind mit 31 % die zweitgrößte Gruppe, da die Vegetationsbedeckung der Brachen oft nur zwischen 60 und 80 % liegt und Störungen durch Schafe, Rehe und Kleinsäuger gegeben sind.

Abb. 2 (S. 109) zeigt das Ergebnis der Linientransekte auf den Brachen, die unterhalb von Halbtrockenrasen liegen (B1, B2), Abb. 3 (S. 110) stellt die Verhältnisse der Brachen oberhalb von Halbtrockenrasen dar (B4, B5), während Abb. 4 (S. 110) die Ergebnisse von Brachen zeigt, die durch einen breiten geschlossenen Gebüschstreifen von den Rasen getrennt sind (B3a, B3b). In den Abbildungen 2 und 3 gibt die 1. Spalte die Arten an, die in den angrenzenden fünf Metern des Halbtrockenrasens vorkommen. Zwischen den Brachen B1 und B2 und den Halbtrockenrasen treten außerdem noch aufgelockerte schmale Gebüschgruppen auf, in denen *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Coryneporetea*-Arten gedeihen (2. Spalte). *Koeleria macrantha*, *Carex caryophyllaea* und *Plantago media* wurden nur in den Halbtrockenrasen aber nicht in den Brachen notiert, während *Festuca rupicola* und *Euphorbia cyparissias* in alle Brachen einwanderten. In die Brachen, die unterhalb der Halbtrockenrasen liegen (B1, B2) sind im Bereich der Linientransekte insgesamt 17 bzw. 19 *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Coryneporetea*-Arten eingewandert und in die Brachen, die oberhalb der Halbtrockenrasen liegen (B4, B5), 10 bzw. 13 *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Coryneporetea*-Arten. Bezogen auf die in den angrenzenden Halbtrockenrasen vorkommenden *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Coryneporetea*-Arten (vgl. Tab. 1) liegt der Anteil der eingewanderten Arten für B1 und B2 bei 42,5 % bzw. 40,4 %, für B4 und B5 bei 31,2 bzw. 29,5 %. In den Linientransekten in B1 und B2 konnten 50 % bzw. 53, 3 % der in

den angrenzenden Halbtrockenrasen vorkommenden *Koelerio-Corynephoretea*-Arten notiert werden, während es bei B₄ und B₅ 25 % bzw. 15,5 % der Arten waren. Für die an die Brachen B_{3a/b} angrenzenden Halbtrockenrasen liegen keine genauen Zahlen vor. Im breiten Gebüschstreifen (Geb.) finden sich bei Brache B_{3a} 9 *Festuco-Brometea*- und 5 *Koelerio-Corynephoretea*-Arten, während es im Gebüschstreifen bei Brache B_{3b} nur drei der lichtbedürftigen Halbtrockenrasenarten sind (Abb. 4, S. 110). In Brache B_{3a} wurden 6 *Festuco-Brometea*-Arten und 7 *Koelerio-Corynephoretea*-Arten notiert, in Brache B_{3b} 9 *Festuco-Brometea*- und 3 *Koelerio-Corynephoretea*-Arten. Die Summen der eingewanderten Arten liegen damit in der Größenordnung der Brachen B₄ und B₅.

In Abb. 5 (S. 103) ist die maximale Entfernung vom Halbtrockenrasen dargestellt, die die einzelnen Arten in den Brachen erreicht haben. Ausbreitungsstarke Arten wie *Festuca rupicola* drangen in fünf Jahren bis zu 204 m weit, *Euphorbia cyparissias* bis zu 43 m in die Brachen ein. Auch *Sanguisorba minor*, *Thymus pulegioides* und *Medicago lupulina* überschritten in einigen Brachen die 10 m-Marke sehr deutlich, während z. B. *Alyssum alyssoides* und *Bromus erectus* nur in den ersten 10 m der Brache auftraten. Von den *Koelerio-Corynephoretea*-Arten drangen *Echium vulgare*, *Arenaria serpyllifolia* und *Erodium cicutarium* bis zu 69 m in die Brachen ein. Aus Platzgründen wurde auf die entsprechende Darstel-

lung der *Koelerio-Corynephoretea*-Arten verzichtet (vgl. EVERS 2006).

Tendenziell unterscheiden sich die Ausbreitungsmechanismen der Früchte und Samen nicht zwischen den Arten, die die Brachen besiedeln und denen, die nur auf den untersuchten Halbtrockenrasen vorkommen (Abb. 6, S. 104). In beiden Fällen sind Anemochore und Epizoochore stark vertreten. Allerdings ist der Anteil der Endozoochoren und Autochoren bei den Arten der Brachen höher. Viele der eingewanderten Arten können sich auch vegetativ durch Ausläufer ausbreiten, wie z. B. *Hieracium pilosella* (Abb. 7, S. 111) oder *Euphorbia cyparissias*. Die Rasterkarte (Abb. 7) zeigt deutlich, dass die *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Corynephoretea*-Arten nicht in der gesamten Fläche der Brachen auftreten, sondern sich mehr am Rand zum Halbtrockenrasen häufen oder ihre Deckung mit der Entfernung zum Halbtrockenrasen abnimmt. Insgesamt nimmt die Deckung der ausgewählten Arten schon nach drei Metern deutlich ab. Nach 3,70 m Entfernung kommen nur noch *Veronica arvensis* und *Myosotis ramosissima* vor.

5. Diskussion

Auf den untersuchten Brachen stellen die Hemikryptophyten die größte Gruppe gefolgt von Therophyten.

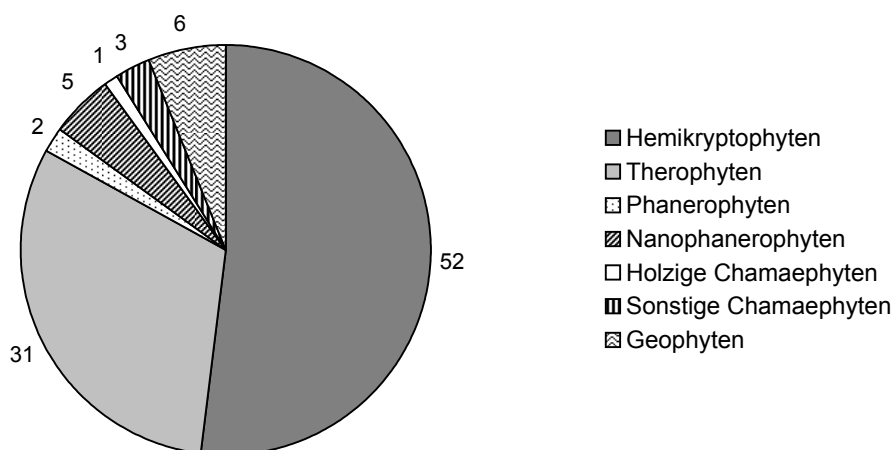


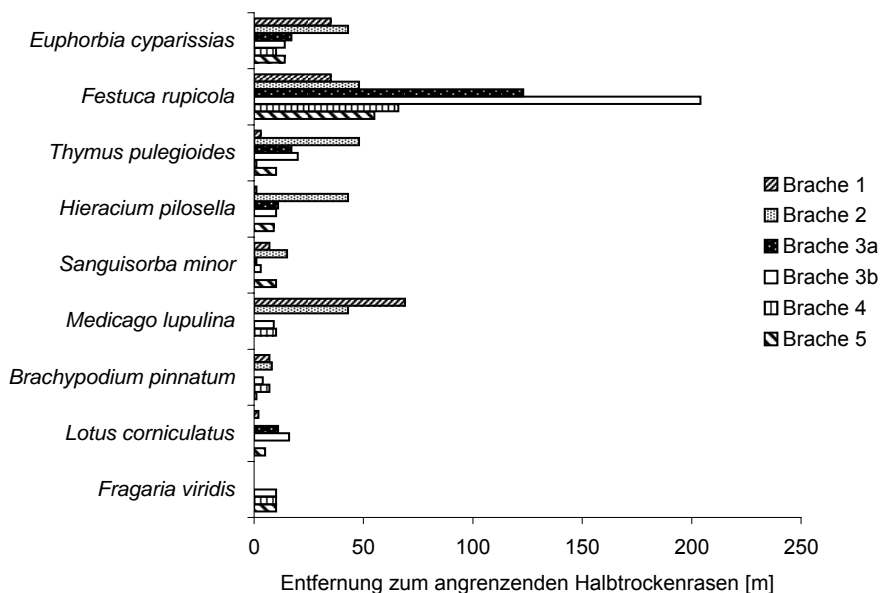
Abb. 1: Lebensformenspektrum der Arten in den untersuchten Brachen (Angaben in %).

Fig. 1: Lifeform spectra of species found in the investigated fallow land (data in %). – Hemikryptophytes, therophytes, phanerophytes, nanophanerophytes, woody chamaephytes, chamaephytes, geophytes.

Nach HARD (1975), SCHIEFER (1981a, b) und SCHMIDT et al. (1995) verschiebt sich das Artengefüge bei jungen Brachen schon in den ersten Jahren zugunsten der Hemikryptophyten. Dagegen dominierte bei einer Untersuchung von MANTHEY (1998) über junge Ackerbrachen in Nordbrandenburg die Gruppe der Therophyten mit 49 %. Auch KRUMBIEGEL et al. (1995) fanden bei jungen Ackerbrachen den höchsten Anteil in der Gruppe der Therophyten. Der vergleichsweise hohe Hemikryptophytenanteil der in dieser Arbeit untersuchten Brachen kann darauf zurückzuführen sein, dass die Flächen nach der Ackernutzung kurze Zeit als Wechselgrünland mit mehrjährigen Gräsern genutzt wurden. Auffällig ist die vergleichsweise hohe Zahl von Zweijährigen bzw. mehrjährig Hapaxanthen, die auf offene Wuchsplätze angewiesen sind.

Auf Grund der Vorgeschichte der untersuchten Brachen sind Arten der *Stellarietea* und *Molinio-Arrhenatheretea* am stärksten vertreten. Es konnten

darüber hinaus 21 *Festuco-Brometea*- und 15 *Koelerio-Corynephoretea*-Arten notiert werden. Die relativ hohe Zahl dieser Arten legt den Schluß nahe, dass zumindest junge Brachen vorübergehend als Refugialstandorte für *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Corynephoretea*-Arten dienen können. Für das Untersuchungsgebiet des »Kleinen Fallsteins« ist bekannt, dass neben »alten« Halbtrockenrasen (Niedersächsisches Landesamt – Landesvermessung; Preußische Landesaufnahme 1880 bis 1913) junge Halbtrockenrasen existieren, die nach Auskunft der Bevölkerung vor 25 bis 40 Jahren noch als Ackerfläche genutzt wurden. Ob für die untersuchten Brachen eine Entwicklungsmöglichkeit zu Halbtrockenrasen besteht, ist eher fraglich, da die frühere Beweidung durch Wanderschafherden mittlerweile weitgehend eingestellt wurde und eine entsprechende Nutzung unabdingbare Voraussetzung wäre (vgl. z. B. BONN & POSCHLOD 1998). ELLENBERG (1996) und BONN & POSCHLOD (1998) weisen zudem auf die große Bedeutung der Wanderschafher-



Außerdem in:

Brache 1: *Briza media* 25 m, *Cirsium acaule* 30 m, *Potentilla tabernaemontani* 5 m.

Brache 2: *Carlina vulgaris* 43 m, *Koeleria pyramidata* 40 m, *Potentilla tabernaemontani* 40 m.

Brache 3a: *Bromus erectus* 4 m. Brache 3b: *Centaurea scabiosa* 6 m.

Brache 4: *Asperula cynanchica* 5 m. Brache 5: *Linum catharticum* 3 m.

Abb. 5: Maximale Entfernung ausgewählter *Festuco-Brometea*-Arten in Brachen zum angrenzenden Halbtrockenrasen.

Fig. 5: Maximum distance of *Festuco-Brometea* species in fallow land to the edge of adjacent calcareous grassland.

den bei der Ausbreitung von Arten hin. Darüber hinaus erschweren auch einzelne Standortfaktoren die Entwicklung zu Halbtrockenrasen: So beträgt die Inklination der jungen Halbtrockenrasen meist deutlich mehr als 10° , während sie auf den untersuchten Brachen nur 5° erreicht und damit die Wasserversorgung hier besser ist als auf den Halbtrockenrasen.

Grundsätzlich stellt sich die Frage, ob die in den Brachen notierten *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Corynephoretea*-Arten aus den direkt benachbarten Halbtrockenrasen eingewandert bzw. über Tiere eingeschleppt worden sind oder ob sie möglicherweise aus der Samenbank stammen könnten. Einige Arten bauen zwar eine langlebige Samenbank auf (z. B. *Euphorbia cyparissias* und *Potentilla tabernaemontani* nach OBERDORFER (2001) über 30 Jahre), aber gerade bei diesen Arten ist es unwahrscheinlich, dass sie während der Ackernutzung oder der vorübergehenden Nutzung als Wechselgrünland bereits vorhanden gewesen sein könnten. Anders könnte das für einige

Koelerio-Corynephoretea-Arten wie *Arenaria serpyllifolia* aussehen, die eine persistente Samenbank aufbauen kann und auch in Äckern vorkommt. Von wenigen Ausnahmen abgesehen kann damit für die meisten der in den Brachen notierten *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Corynephoretea*-Arten angenommen werden, dass sie erst nach der landwirtschaftlichen Nutzung eingewandert sind. Einmal in der Brache etabliert, können sich mehrere Arten auch über Ausläufer ausbreiten (z. B. *Fragaria viridis*, *Euphorbia cyparissias* und vgl. Abb. 7, S. 111: *Hieracium pilosella*). Die eingewanderten Arten sind überwiegend mobile Pionierarten, die eine breitere ökologische Amplitude aufweisen. Fast alle aus den Halbtrockenrasen in die Brachen eingewanderten Arten sind nach OBERDORFER (2001) Rohbodenpioniere (u. a. *Sanguisorba minor*, *Carlina vulgaris*) oder tief wurzelnde Pionierarten (u. a. *Euphorbia cyparissias*, *Thymus pulegioides*, *Potentilla tabernaemontani*). Diese Eigenschaften fehlen den meisten Arten, die nur in den Halbtrockenrasen notiert wurden (z. B. *Koeleria*

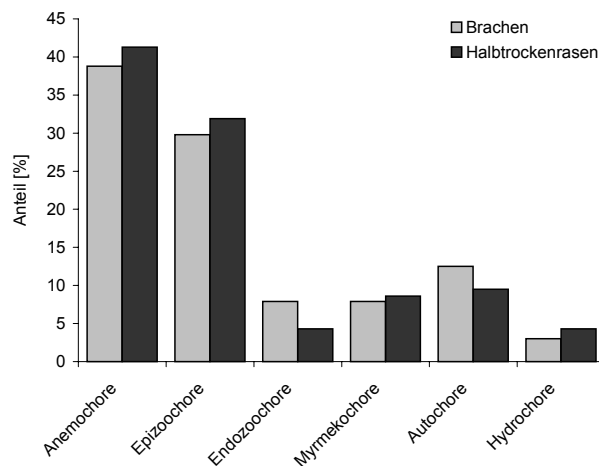


Abb. 6: Anteile der Ausbreitungsmechanismen der *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Corynephoretea*-(*Sedo-Scleranthetea*)-Arten auf den Brachen im Vergleich zu den Arten, die nur auf den untersuchten Halbtrockenrasen vorkommen (Zuordnung nach ROTHMALER 2002).

Fig. 6: Proportion of spreading mechanisms of *Festuco-Brometea* and *Koelerio-Corynephoretea* (*Sedo-Scleranthetea*) species occurring in fallow land (light grey) compared to those species occurring in the investigated calcareous grassland only (dark grey) (classification after ROTHMALER 2002).

macrantha, *Carex caryophylla*, *Plantago media*).

Aus der Darstellung über die maximale Entfernung ausgewählter Arten zu den angrenzenden Halbtrockenrasen (Abb. 5, S. 103) geht hervor, dass insbesondere *Festuca rupicola* und *Euphorbia cyparissias*, aber auch *Sanguisorba minor*, *Thymus pulegioides* und *Medicago lupulina* weit in die Brachen einwanderten, während *Asperula cynanchica* und *Bromus erectus* nur kurze Strecken zurücklegten. Die Arten, die weit in die Brachen einwanderten, werden hauptsächlich epizoochor (u. a. *Festuca rupicola*, *Medicago lupulina*) und/oder anemochor (u. a. *Festuca rupicola*, *Medicago lupulina*, *Thymus pulegioides*) oder endozoochor (u. a. *Thymus pulegioides*) ausgebreitet (ROTHMALER 2002). Zusätzlich kann *Euphorbia cyparissias* auch endo- und epizoochor sowie *Festuca rupicola* endozoochor ausgebreitet werden (BONN & POSCHLOD 1998). Für *Euphorbia cyparissias* gibt ROTHMALER (2002) Myrmekochorie und Autochorie an. *Asperula cynanchica* wird nach FRANK & KLOTZ (1990) ebenfalls epizoochor, endozoochor und anemochor ausgebreitet, *Bromus erectus* epizoochor und anemochor, so dass der Ausbreitungsmechanismus keine Hinweise auf die unterschiedliche Entfernung liefern kann. Wanderschafherden, die in den ersten Jahren der Ackerbrache noch über die Flächen geführt wurden, sowie Rehe, Wildschweine und Kaninchen sind mit Sicherheit bei der Ausbreitung der zoochoren Arten behilflich gewesen. Diasporen von *Thymus pulegioides* wurden nach BONN & POSCHLOD (1998) im Huf von Schafen und in untersuchten Kotproben gefunden. Über kurze Distanzen kommen auch Ameisen für die Ausbreitung der myrmekochoren Arten in Frage. BONN & POSCHLOD (1998) geben für eine Reihe von *Festuco-Brometea*-Arten Myrmekochorie an. Bei dem Vergleich der Ausbreitungsmechanismen zwischen den in die Brachen eingewanderten Arten und den Arten, die nur in den angrenzenden Halbtrockenrasen vorkommen, konnten nur wenige Unterschiede zwischen Halbtrockenrasen und den untersuchten Brachen festgestellt werden (Abb. 6, S. 104), was ebenfalls zeigt, dass die beobachteten Einwanderungsphänomene nicht mit Hilfe des Ausbreitungsmechanismus erklärt werden können. Auf diesen Sachverhalt weisen schon BONN & POSCHLOD (1998) hin.

Ein wichtiger Aspekt ist die relative Lage der Brachen zu den angrenzenden Halbtrockenrasen, die bestimmenden Einfluss auf die Anzahl der einwandernden

Arten hat. So weisen die Brachen unterhalb der Halbtrockenrasen (B₁, B₂) einen deutlich größeren Anteil von eingewanderten *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Corynephoretea*-Arten auf als die Brachen, die oberhalb der Halbtrockenrasen (B₄, B₅) liegen. Dieses Ergebnis wird zwar scheinbar dadurch relativiert, dass in dem direkt an die Brachen B₁ und B₂ angrenzenden 5-m-Halbtrockenrasenstreifen auch eine größere Zahl der *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Corynephoretea*-Arten vorkommt (Abb. 2 und 3, S. 109f). Vergleicht man aber die Artenzahlen der angrenzenden Halbtrockenrasen miteinander, so sind die an B₁ und B₂ angrenzenden Halbtrockenrasen nicht artenreicher als die an B₄ und B₅ angrenzenden Halbtrockenrasen (vgl. Tab. 1). Grundsätzlich spielt die nähere Umgebung mit ihrem Mosaik von Lebensräumen und ihrem Samenpotential eine wichtige Rolle für die Besiedlung von Brachen. KRUMBIEGEL & KLOTZ (1996) sowie KRUMBIEGEL et al. (1998) konnten bei Sukzessionsuntersuchungen im Mitteldeutschen Trockengebiet feststellen, dass sich Arten der Trocken- und Halbtrockenrasen dann in den Brachen etablieren konnten, wenn diese Arten in unmittelbarer Nähe vorkamen. KRUMBIEGEL et al. (1998) machen deutlich, dass die Brachen insbesondere in direkter Nähe zu den Halbtrockenrasen eine höhere Anzahl von *Festuco-Brometea*-Arten aufweisen und dass die Zahlen mit der Entfernung vom Halbtrockenrasen abnehmen. Dies deckt sich mit dem in der Rasterkarte (Abb. 7, S. 111) dargestellten Sachverhalt.

Wie aus den Ergebnissen der Linientransekte (Abb. 4, S. 110) auch hervorgeht, haben breite geschlossene Gebüschstreifen möglicherweise einen hemmenden Einfluss auf die Einwanderung der lichtbedürftigen Halbtrockenrasenarten, da in die durch Gebüschstreifen abgeschirmten Brachen von der Größenordnung etwa nur so viele Arten einwanderten, wie in die Brachen, die oberhalb von Halbtrockenrasen liegen. Damit wanderten in die durch Gebüschstreifen abgeschirmten Brachen weniger Arten ein als in die Brachen, die sich hangabwärts an die Halbtrockenrasen anschließen.

Insgesamt sind weitere Untersuchungen nötig, die klären, welche Rolle die relative Lage der Brachen zu den angrenzenden Halbtrockenrasen, der Artenreichtum der angrenzenden Halbtrockenrasen und die Größe der Quellpopulationen bei der Besiedlung der Brachen spielen.

Zusammenfassung

Als Folge des Strukturwandels in der Landwirtschaft sind in den letzten Jahren und Jahrzehnten besonders in den neuen Bundesländern viele landwirtschaftlich genutzte Flächen stillgelegt worden. Am Beispiel des »Kleinen Fallsteins« im nördlichen Harzvorland (Sachsen-Anhalt) wurden an ausgewählten Brachen mit Hilfe von Gesamtartenlisten, Linientransekten und einer Rasterkarte Einwanderungsmuster der Arten untersucht, die nach fünf Jahren mutmaßlich eingewandert waren. Dabei wurden Brachen direkt oberhalb und direkt unterhalb von Halbtrockenrasen berücksichtigt, sowie Brachen, die durch einen breiten Gebüschstreifen von den Rasen getrennt waren.

Neben einem hohen Anteil von zweijährigen Arten wie *Echium vulgare* und *Cynoglossum officinale*, die auch in den angrenzenden Halbtrockenrasen vorkommen, sind vor allem die Arten der *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Corynephoretea* (*Sedo-Scleranthetea*) von Bedeutung. Ausbreitungsstarke Arten wie *Festuca rupicola* drangen in fünf Jahren bis zu 204 Meter weit in die Brachen ein, während z. B. *Alyssum alyssoides* und *Bromus erectus* nur in den ersten 10 Metern der Brache auftraten.

Unter den insgesamt 160 eingewanderten Arten fand sich nur eine seltenere Art (*Asperula cynanchica*). Die Anzahl von 21 in die Brachen eingewanderten *Festuco-Brometea*- und 15 *Koelerio-Corynephoretea*-Arten weist darauf hin, dass zumindest junge Brachen geeignete Standorte für diese Arten sein können. Viele der eingewanderten Arten können sich auch vegetativ durch Ausläufer ausbreiten. Es kann gezeigt werden, dass die relative Lage der Brachen zu den angrenzenden Halbtrockenrasen bestimmenden Einfluss auf die Anzahl der einwandernden Halbtrockenrasenarten hat. In die Brachen, die unterhalb der Halbtrockenrasen lagen, wanderten mehr *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Corynephoretea*-Arten ein als in die Brachen, die oberhalb der Halbtrockenrasen lagen. Breite geschlossene Gebüschriegel zwischen Brache und Halbtrockenrasen haben möglicherweise einen hemmenden Einfluss auf die Einwanderung der lichtbedürftigen *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Corynephoretea*-Arten in die Brachen.

Schlüsselwörter Brache, Halbtrockenrasen, Harzvorland, Sukzession

Danksagung

Wir danken den Organisatoren der 2. Jahrestagung der AG Trockenrasen, Dr. Helga Bültmann, Mirja Dörsing, Dr. Thilo Hasse, die den Anstoß zu dieser Publikation gegeben haben, sowie den Initiatoren der AG Trockenrasen, Dr. Ute Jandt und Dr. Jürgen Dengler.

Literatur

- Bonn, S. & Poschlod, P. (1998): Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas. Quelle und Meyer, Wiesbaden: 404 S.
- Borsch, T. (1990): Die Vegetation extensiv genutzten und brachliegenden Grünlands im Naturschutzgebiet »Hinterste Neuwiese« (Vortaunus). Untersuchungen zur Sukzession auf Feuchtwiesen. – Botanik und Naturschutz in Hessen 4: 14–54.
- Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl. Springer, Wien, New York: 865 S.
- Buchwald, R. (1996): Basikline Pfeifengraswiesen (*Molinietum caeruleae*) und ihre Kontaktvegetation im weiteren Alb-Wutach-Gebiet (Hochrhein, SW-Deutschland). – Tuexenia 16: 179–225.
- Deppe, H. (1926): Die Verbreitung der Steppentritfen und Steppenheide im ostfälischen Berg- und Hügelland in ihrer Beziehung zu urgeschichtlichen Siedlungen. – Nachrichtenblatt für Niedersachsens Vorgeschichte: 44–65.
- Dierschke, H. (1994): Pflanzensoziologie. Ulmer, Stuttgart: 683 S.
- Ellenberg, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Aufl. Ulmer, Stuttgart: 1096 S.
- Evers, Ch. (2006, in Druck): Ephemerengärten (*Sedo-Scleranthetalia*) im nördlichen Harzvorland. – Tuexenia 26.
- Frank, D. & Klotz, S. (Hrsg.) (1990): Biologisch-ökologische Daten zur Flora der DDR. 2. Aufl. – Wissenschaftl. Beiträge Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg 32: 1–167.
- Glanzer, C., Turley, F. & Lötschert, W. (1982): Die Halbtrockenrasen in der Umgebung von Schlüchtern. – Tuexenia 2: 61–68.
- Günther, H. & van Elsen, T. (1993): Ackerwildkraut-Gesellschaften im östlichen Meißner-Vorland/Nord-

- hessen und Veränderungen im Auftreten bemerkenswerter Ackerwildkräuter nach 15 Jahren. – Tuexenia 13: 467–501.
- Hänel, K. & Hachmöller, B. (2003): Grünlandgesellschaften im Unteren Osterzgebirge – Untersuchungen im Gebiet um Glashütte. – Tuexenia 23: 275–305.
- Hakes, W. (1987): Analyse sukzessionsbedingter Vegetationsveränderungen in nordhessischen Kalk-Halbtrockenrasen mit Hilfe multivariater Verfahren. – Tuexenia 7: 295–302.
- Hard, G. (1975): Vegetationsdynamik und Verwaltungsprozesse auf den Brachflächen Mitteleuropas. – Die Erde 106: 243–276.
- Heil, M. (1995): Differenzierungen und Dynamik in der Grünlandvegetation des Hafenlohrtales (Spessart): Nutzung als dominierender Standortfaktor. – Tuexenia 15: 295–327.
- Hilbig, W. (1997): Auswirkungen von Extensivierungsprogrammen im Ackerbau auf die Segetalvegetation. – Tuexenia 17: 295–325.
- Dt. Wetterdienst (Hrsg.) (1964): Klima-Atlas von Niedersachsen. Offenbach/Main: 77 Karten, 8 Diagrammtafeln, Erläuterungen 38 S.
- Kohlfärber, F. (1926): Das Fallsteingebiet und die Städte Osterwieck-Harz und Hornburg: heimatkundliche Betrachtungen. Zickfeld, Osterwieck am Harz: 80 S.
- Krause, W. (1940/41): Untersuchungen über die Ausbreitungsfähigkeit der niederen Segge (*Carex humilis* Leyss.) in Mitteldeutschland. – Planta 31: 91–168.
- Krumbiegel, A. & Klotz, S. (1996): Bedeutung von Standort und Artenpotential der angrenzenden Vegetation für die Entwicklung von Ackerbrachen. – Archiv für Natur und Landschaft 34: 157–168.
- Krumbiegel, A., Klotz, S. & Otte, V. (1995): Die Vegetation junger Ackerbrachen in Mitteldeutschland. – Tuexenia 15: 387–414.
- Krumbiegel, A.; Schmidt, T. & Klotz, S. (1998): Artenverschiebung und Einwanderungsprozesse an einer Brache-Trockenrasen-Grenze im Mitteldeutschen Trockengebiet. – Tuexenia 18: 313–330.
- Look, E.-R. (1985): Geologie, Bergbau und Urgeschichte im Braunschweiger Land. – Geologisches Jahrbuch A 78: 1–452, 1 Karte.
- Manthey, M. (1998): Vegetations- und standortkundliche Untersuchungen auf Ackerbrachen im Stechlinsee-Gebiet. – Tuexenia 18: 331–356.
- Mayer, R. & Grabner, S. (2004): Die Vegetation der Bergmähder im Valsertal/Tirol. – Tuexenia 24: 227–245.
- Müller, H. (1953): Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des mitteldeutschen Trockengebietes. – Nova Acta Leopoldina 16: 1–67.
- Müller, J.; Rosenthal, G. & Uchtmann, H. (1992): Vegetationsveränderungen und Ökologie nordwestdeutscher Feuchtgrünlandbrachen. – Tuexenia 12: 223–244.
- Niedersächsisches Landesamt, Landesvermessung (Hrsg.): Preußische Landesaufnahme 1880 bis 1913, TK 1:25000: Nr. 3929, 3930, 4029, 4030.
- Niquet, F. (1957): Vor- und Frühgeschichte auf Grund der Bodenfunde. In: Pohndt, H. (Ed.): Der Landkreis Helmstedt 15, Reihe D: 94–103.
- Oberdorfer, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 8. Aufl. Ulmer, Stuttgart: 1051 S.
- Oesau, A. (1992): Flächenstilllegung: Gefahr für Nachbarflächen? – Pflanzenschutzpraxis 4: 6–9.
- Partzsch, M. (2000): Die Porphyrkuppenlandschaft des unteren Saaletals – Strukturwandel ihrer Vegetation in den letzten vier Jahrzehnten. – Tuexenia 20: 153–187.
- Pötsch, J. (1994): Eine Methode zur Erfassung gefährdeter Arten der Segetalvegetation auf Bracheäckern. – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg Sonderheft 1/94: 50–54.
- Rosenthal, G. & Müller, J. (1988): Wandel der Grünlandvegetation im mittleren Ostetal – Ein Vergleich 1952–1987. – Tuexenia 8: 79–99.
- Rothmaler, W. (2002): Exkursionsflora von Deutschland, Bd. 4. 9. Aufl. hrsg. von Jäger, E. & Werner, K. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin: 948 S.
- Rothmeier, I. (1976): Untersuchungen über die natürliche Vegetationsentwicklung von Brachland bei Dieldorf. – Hoppea 35: 235–277.
- Schiefer, J. (1981a): Bracheversuche in Baden-Württemberg. – Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landespflege in Baden-Württemberg 22: 1–325.
- Schiefer, J. (1981b): Vegetationsentwicklung und Pflegemaßnahmen auf Brachflächen in Baden-Württemberg. – Natur und Landschaft 56: 263–268.
- Schmidt, W.; Waldhardt, R. & Mrotzek, R. (1995): Extensivierungsmaßnahmen im Ackerbau: Auswirkungen auf Flora, Vegetation und Samenbank – Ergebnisse

- aus dem Göttinger INTEX-Projekt. – *Tuexenia* 15: 415-435.
- Sieg, B.; Daniels, F. & Vogel, A. (2003): Untersuchungen zu Veränderungen in der Grünlandvegetation im Chajouxthal, Vogesen, Frankreich. – *Tuexenia* 23: 257-273.
- Spranger, E. & Türk, W. (1993): Die Halbtrockenrasen (*Mesobromion erecti* Br.-Bl. et Moor 1938) der Muschelkalkstandorte NW-Oberfrankens im Rahmen ihrer Kontakt- und Folgegesellschaften. – *Tuexenia* 13: 203-345.
- Walter, H. & Straka, H. (1970): Arealkunde. Floristisch-historische Geobotanik. 2. Aufl. Ulmer, Stuttgart: 478 S.
- Wisskirchen, R. & Haeupler, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Ulmer, Stuttgart: 764 S.
- Zacharias, D.; Janssen, C. & Brandes, D. (1988): Basenreiche Pfeifengras-Streuwiesen des *Molinietum caeruleae* W. Koch 1926, ihre Brachestadien und ihre wichtigsten Kontaktgesellschaften in Südost-Niedersachsen. – *Tuexenia* 8: 55-78.

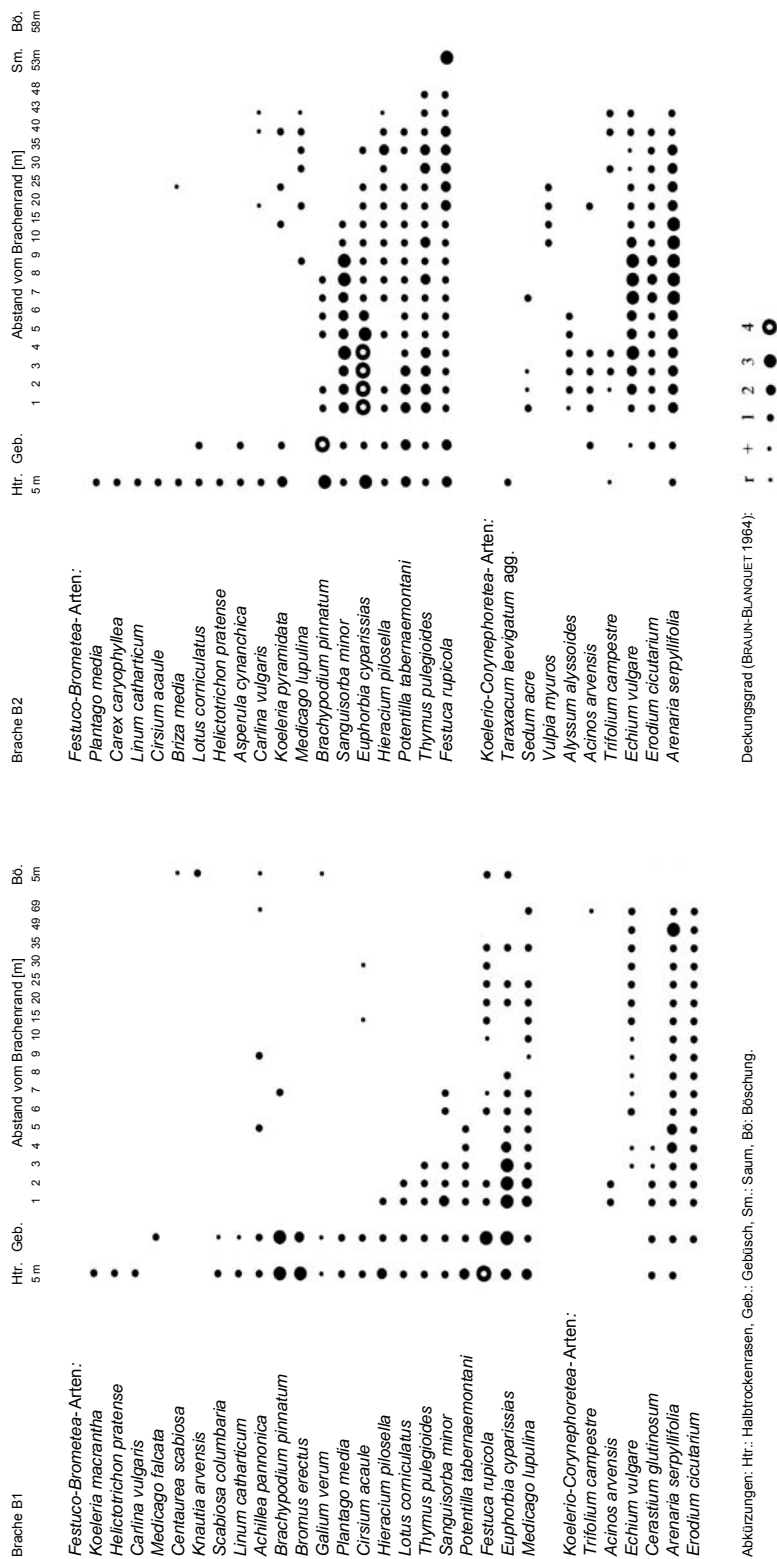


Abb. 2: Linientransakte: Einwanderung der Festuco-Brometea- und Koelerio-Corynephoretea-Arten in Brachen, die unterhalb von Halbrockenrasen liegen.

Fig. 2: Linear transects: Migration of Festuco-Brometea and Koelerio-Corynephoretea species into fallow land located below calcarous grassland. — Abstand vom Brachenrand = distance to fallow land margins, Htr = shrubby, Sm = edge, Bö = slope, Deckungsgrad = cover-abundance value.

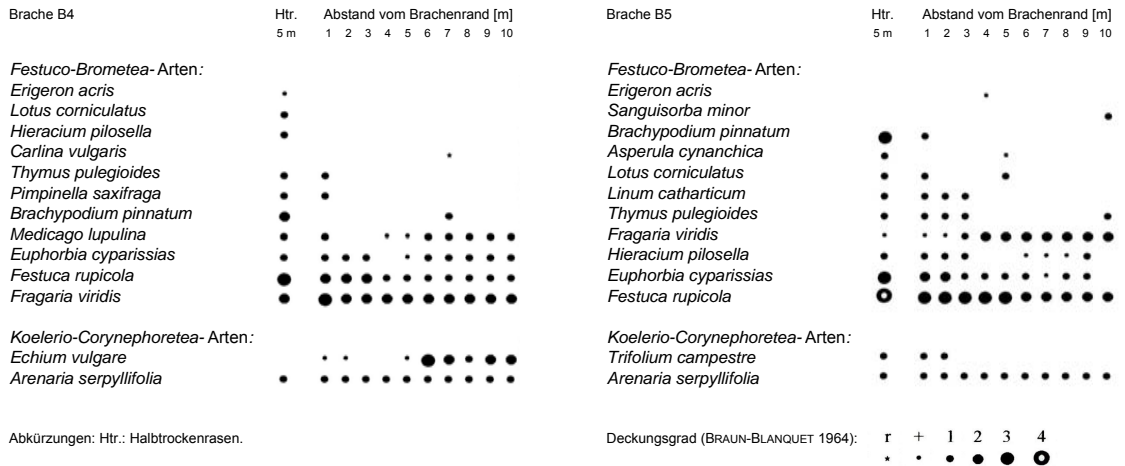


Abb. 3: Linientranskte: Einwanderung der *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Corynephoretea*-(*Sedo-Scleranthetea*)-Arten in Brachen, die oberhalb von Halbtrockenrasen liegen.

Fig. 3: Linear transects: Migration of *Festuco-Brometea* and *Koelerio-Corynephoretea* (*Sedo-Scleranthetea*) species into fallow land located above calcareous grassland. — Translations see fig. 2.

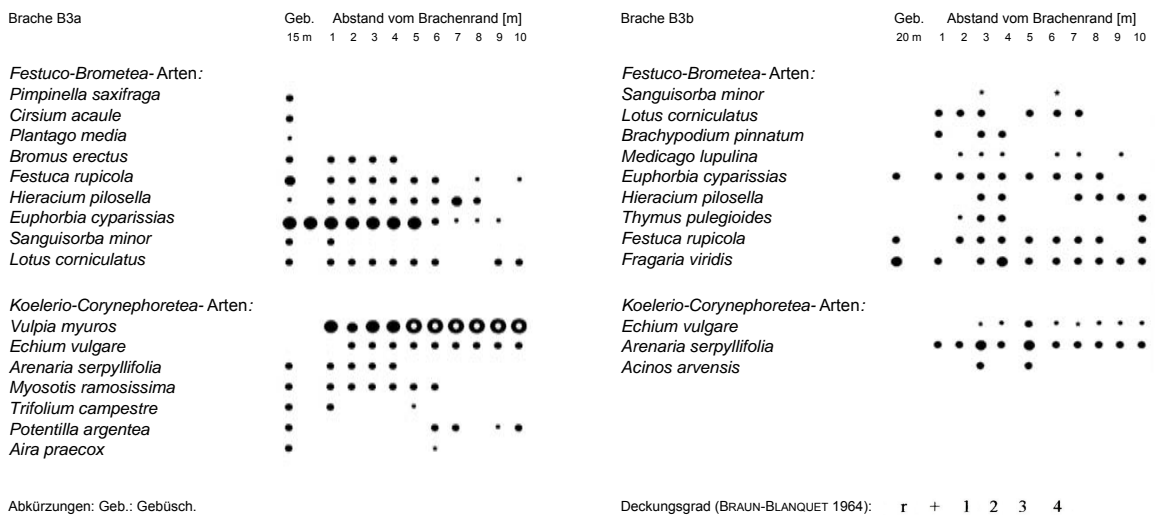
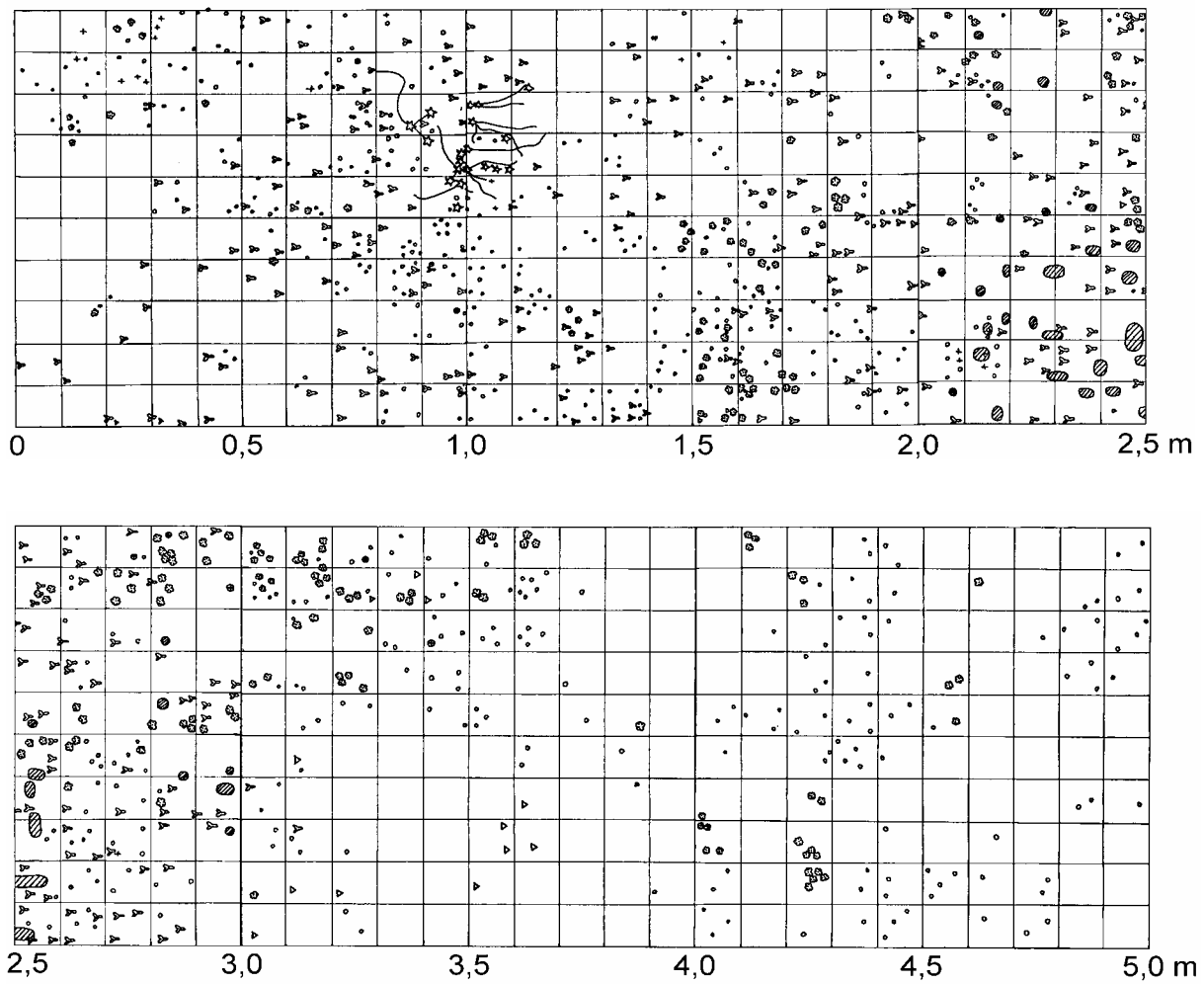


Abb. 4: Linientranskte: Einwanderung der *Festuco-Brometea*- und *Koelerio-Corynephoretea*-(*Sedo-Scleranthetea*)-Arten in Brachen, die durch 15 bis 20 m breite Gebüsch von Halbtrockenrasen getrennt sind.

Fig. 4: Linear transects: Migration of *Festuco-Brometea* and *Koelerio-Corynephoretea* (*Sedo-Scleranthetea*) species into fallow land separated from calcareous grassland by shrubbery of 15 to 20 m width. — Translations see fig. 2.



Legende:









- | | | | |
|--|------------------------------|---|-------------------------------|
|  | <i>Bromus erectus</i> |  | <i>Arenaria serpyllifolia</i> |
|  | <i>Lotus corniculatus</i> |  | <i>Veronica arvensis</i> |
|  | <i>Euphorbia cyparissias</i> |  | <i>Myosotis ramosissima</i> |
|  | <i>Hieracium pilosella</i> |  | <i>Aira praecox</i> |
- (mit Stolonen bei 0,8–1,2 m)

Abb. 7: Rasterkarte der Magerrasen-Arten auf den ersten fünf Metern der Brache B3b. Links an die Fläche grenzt ein breites Gebüsch, das die Brache vom Halbtrockenrasen trennt.

Fig. 7: Raster map of oligotrophic grassland species occurring in the first five metres of the fallow land B3b. The left side of the plot borders on broad shrubbery, which separates the fallow land from the calcareous grassland.